

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

18. 3. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2003年10月 3日

出願番号 Application Number: 特願2003-345192  
[ST. 10/C]: [J.P 2003-345192]

出願人 Applicant(s): 日本精工株式会社

REC'D	13 MAY 2004
WIPO	PCT

BEST AVAILABLE COPY

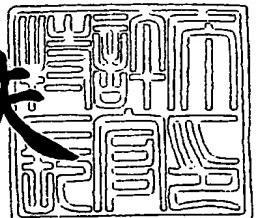
**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 4月23日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



**【書類名】** 特許願  
**【整理番号】** 030908  
**【提出日】** 平成15年10月 3日  
**【あて先】** 特許庁長官 殿  
**【国際特許分類】** B16C 19/00  
**【発明者】**  
 【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5番 50号 日本精工株式会社内  
 【氏名】 矢部 俊一  
**【発明者】**  
 【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5番 50号 日本精工株式会社内  
 【氏名】 高城 敏己  
**【発明者】**  
 【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5番 50号 日本精工株式会社内  
 【氏名】 村上 豪  
**【特許出願人】**  
 【識別番号】 000004204  
 【氏名又は名称】 日本精工株式会社  
 【代表者】 朝香 聖一  
**【代理人】**  
 【識別番号】 100092299  
 【弁理士】  
 【氏名又は名称】 貞重 和生  
 【電話番号】 03-3585-2364  
**【選任した代理人】**  
 【識別番号】 100108730  
 【弁理士】  
 【氏名又は名称】 天野 正景  
 【電話番号】 03-3585-2364  
**【手数料の表示】**  
 【予納台帳番号】 049010  
 【納付金額】 21,000円  
**【提出物件の目録】**  
 【物件名】 特許請求の範囲 1  
 【物件名】 明細書 1  
 【物件名】 図面 1  
 【物件名】 要約書 1  
 【包括委任状番号】 9908577

**【書類名】特許請求の範囲****【請求項 1】**

電動モータによる補助動力を減速歯車機構を介して車両のステアリング機構に伝達する電動パワーステアリング装置において、

前記減速歯車機構は、金属製芯金の外側に外周面にギア歯が形成された樹脂部が一体に構成された樹脂歯車である従動歯車と、この従動歯車に噛合する駆動歯車とから構成され、少なくとも前記従動歯車と駆動歯車との間にグリースが介在している減速歯車機構であつて、

前記樹脂部は、直径 $5 \sim 9 \mu\text{m}$ の範囲のガラス繊維を10～50重量%含有するポリアミド樹脂をベース樹脂とする樹脂組成物からなり、

前記グリースは、基油が鉛油、ポリ $\alpha$ -オレフィン油、アルキルポリフェニルエーテルから選ばれる少なくとも一種を主成分とする基油とし、増ちょう剤及び融点あるいは軟化点が $70 \sim 130^\circ\text{C}$ の範囲にあるワックスを3～10重量%の範囲で含む組成としたことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

**【請求項 2】**

前記金属製芯金と前記樹脂部との間に、片末端にエポキシ基あるいはアミノ基のいずれかを有するシランカップリング剤からなる接着層を設けたことを特徴とする請求項1記載の電動パワーステアリング装置。

**【請求項 3】**

前記従動歯車及び駆動歯車は、ウォームホイール、はすば歯車、平歯車、傘歯車またはハイポイドギアであることを特徴とする請求項1又は2に記載の電動パワーステアリング装置。

**【書類名】**明細書

**【発明の名称】**電動パワーステアリング装置

**【技術分野】**

**【0001】**

この発明は、動力伝達に適した樹脂歯車を使用した電動パワーステアリング装置に関するものである。

**【背景技術】**

**【0002】**

車両用の電動パワーステアリング装置では、電動モータに比較的高回転、低トルクのものが使用されるため、電動モータとステアリングシャフトとの間に歯車減速機構が組み込まれている。歯車減速機構としては、平歯車その他の歯車を使用した歯車減速機構も知られているが、一組で大きな減速比が得られる等の理由から、ウォームとウォームホイールとから構成される周知のウォーム歯車減速機構を使用するものが一般的である。

**【0003】**

このようなウォーム歯車減速機構（以下、単に減速ギアという）では、電動モータの回転軸に連結される駆動歯車であるウォームと、このウォームに噛み合うウォームホイールから構成されている。

**【0004】**

このような減速ギアでは、ウォームとウォームホイールの両方を金属製にすると、ハンドル操作時に歯打ち音や振動音等の不快音が発生するという不都合があるので、この対策として、従来は、ウォームを金属製とした場合は、ウォームホイールとして、金属製のハブ、即ち芯金の外周部に合成樹脂材からなるブランク円板を一体に形成し、このブランク円板の円周部に切削その他の手段で歯を形成した樹脂部を備えた樹脂ギアからなるウォームホイールを使用し、歯打ち音や振動音等の不快音の発生を抑えていた。

**【0005】**

上記した樹脂ギアの樹脂部の材料としては、耐疲労性、寸法安定性や製造コストを考慮して、補強材を含有しないMC（モノマークリヤスト）ナイロン（登録商標）、ガラス繊維等の繊維補強材を配合したポリアミド6、ポリアミド66、ポリアミド46などが使用されている。通常市販されているポリアミド6、ポリアミド66、ポリアミド46などには直径10μm或いは13μm程度のガラス繊維が含有されている（特許文献1参照）。

**【0006】**

また、電動パワーステアリング装置で使用されるウォーム減速機構では、2個の玉軸受でウォームが支承されているが、この2個の玉軸受の間の空間には、金属製のウォームと樹脂ギアであるウォームホイールの樹脂歯との間の潤滑用にグリースが充填されている。一般的には、基油として、鉱油や、耐熱性を考慮したポリα-オレフィン油を使用したグリースが使用される。

**【0007】**

また、ウォームの両端に配置される玉軸受に予圧を掛けると共に、タイヤ側から微小なキックバックが入力されたときにウォームを軸方向に移動させてモータに回転力が作用しないようにし、ステアリングホイールにのみキックバックの情報を伝達するようとするゴム製のダンパーが取付けられているものがある。通常ゴム材としては、圧縮永久歪みが小さいエチレンアクリルゴムに代表されるアクリルゴムが最も一般的に用いられている。

**【特許文献1】**特公平6-60674号公報

**【発明の開示】**

**【発明が解決しようとする課題】**

**【0008】**

しかしながら、最近は電動パワーステアリング装置が、軽自動車から排気量1000cc乃至1500ccクラスのエンジンを搭載した自動車にまで使用されるようになり、電動パワーステアリング装置が高出力化され、それに伴って樹脂ギア部の接触面圧Pと周速度Vとの積であるPV値が大きくなっている。

**【0009】**

これに伴い、従来使用されてきたポリ $\alpha$ -オレフィン油を基油とするグリースでは、従動歯車（ウォームホイール）と駆動歯車（ウォーム）との間の潤滑状態が十分に良好であるとは言えなくなってきた。また、MC（モノマーキャスト）ナイロン（登録商標）や、通常市販されている直径 $10\text{ }\mu\text{m}$ 或いは $13\text{ }\mu\text{m}$ 程度のガラス繊維が含有されているポリアミド樹脂では、高PV値での耐摩耗性が十分とは言えなかった。

**【0010】**

この結果、高PV値での長期間の電動パワーステアリング装置の運転によって一時的な油膜切れが発生し、徐々に歯車の歯面の摩耗が進行して、従動歯車（ウォームホイール）と駆動歯車（ウォーム）との噛合部におけるバックラッシュが増大する可能性があった。それにより、操舵感覚が悪化したり、異音（歯打ち音）が発生することが予想され、また歯車の変形、場合によっては破損して電動パワーステアリング装置全体が機能しなくなるおそれもあった。

**【0011】**

この発明は、上記課題を解決することを目的とするもので、繊維補強材として従来よりも細いガラス繊維を含有するポリアミド系樹脂で樹脂部を構成することで、ギア部が摩耗或いは破損を防止し、且つ、従動歯車（ウォームホイール）と駆動歯車（ウォーム）との間に、高温作動時に有効な潤滑効果を發揮するワックスを含有するグリースを使用することで、耐久性に優れ、信頼性の高い電動パワーステアリング装置を提供するものである。

**【課題を解決するための手段】****【0012】**

この発明は上記課題を解決するもので、請求項1の発明は、電動モータによる補助動力を減速歯車機構を介して車両のステアリング機構に伝達する電動パワーステアリング装置において、前記減速歯車機構は、金属製芯金の外側に外周面にギア歯が形成された樹脂部が一体に構成された樹脂歯車である従動歯車と、この従動歯車に噛合する駆動歯車とから構成され、少なくとも前記従動歯車と駆動歯車との間にグリースが介在している減速歯車機構であって、前記樹脂部は、直径 $5\sim9\text{ }\mu\text{m}$ の範囲のガラス繊維を $10\sim50$ 重量%含有するポリアミド樹脂をベース樹脂とする樹脂組成物からなり、前記グリースは、基油が鉛油、ポリ $\alpha$ -オレフィン油、アルキルポリフェニルエーテルから選ばれる少なくとも一種を主成分とする基油とし、増ちょう剤及び融点あるいは軟化点が $70\sim130^{\circ}\text{C}$ の範囲にあるワックスを $3\sim10$ 重量%の範囲で含む組成としたことを特徴とする電動パワーステアリング装置である。

**【0013】**

そして、前記樹脂歯車は、前記金属製芯金と前記樹脂部との間に、片末端にエポキシ基あるいはアミノ基のいずれかを有するシランカップリング剤からなる接着層を設けるといい。

**【0014】**

また、前記従動歯車及び駆動歯車は、ウォームホイール、はすば歯車、平歯車、かさ歯車またはハイポイドギアとすることができます。

**【発明の効果】****【0015】**

以上説明したとおり、この発明によれば、歯車の樹脂部に使用するポリアミド樹脂に添加される補強材としてのガラス繊維を、従来のものより細い直径 $5\sim9\text{ }\mu\text{m}$ の範囲のガラス繊維としたことで、ガラス繊維の表面に設けたシランカップリング剤とポリアミド樹脂との相互作用が増大し、それによって優れた耐疲労性・耐摩耗性など耐久性が向上することに加えて、従動歯車である樹脂歯車とこれに噛み合う金属製の駆動歯車との噛合部に、潤滑性に優れた基油が鉛油、ポリ $\alpha$ -オレフィン油、アルキルポリフェニルエーテルから選ばれる少なくとも一種を主成分とする基油とし、増ちょう剤及び融点あるいは軟化点が $70\sim130^{\circ}\text{C}$ の範囲にあるワックスを $3\sim10$ 重量%の範囲で含む組成のグリースを使用することで、噛合面が高面圧であっても信頼性の高い減速歯車装置を備えた電動パワー

ステアリング装置を提供することができる。

**【0016】**

また、樹脂歯車のハブ、即ち芯金と樹脂部との間にシランカップリング剤からなる接着層を設けることで、更に吸水による寸法変化が抑制され、寸法変化に対しても信頼性向上させることができる。

**【発明を実施するための最良の形態】**

**【0017】**

以下、この発明の実施の形態について説明する。図1は、この発明の動力伝達に適した樹脂歯車を減速機構に適用した電動パワーステアリング装置10の一例を説明する正面図で、コラム式の電動パワーステアリング装置である。図1において、11は舵輪軸、12は舵輪軸ハウジング、13は電動モータ、20はラック・ピニオン式運動変換機構を示す。

**【0018】**

舵輪軸11は、図1では図示されていないが、上部舵輪軸11aと下部舵輪軸11bとから構成され、舵輪軸11は舵輪軸ハウジング12の内部に軸心回りに回転自在に支承されており、舵輪軸ハウジング12は、車室内部の所定位置に下部を前方に向けて傾斜した状態に固定されている。また、上部舵輪軸11aの上端には、図示されていない舵輪が固定されている。

**【0019】**

さらに、上部舵輪軸11aと下部舵輪軸11bとは、図示されていないトーションバーにより結合されており、舵輪から上部舵輪軸11aを経て下部舵輪軸11bに伝達される操舵トルクが、トーションバーにより検出され、検出された操舵トルクに基づいて電動モータ13の出力が制御される。

**【0020】**

ラック・ピニオン式運動変換機構20は、長手方向を車両の左右方向として車両前部のエンジンルーム内にほぼ水平に配置され、軸方向に移動自在なラック軸21と、ラック軸21の軸心に対して斜めに支承されてラック軸21の歯部に噛合する歯部を備えたピニオンを含むピニオン軸22、及びラック軸21とピニオン軸22を支承する筒状のラック軸ケース23とから構成される。

**【0021】**

ピニオン軸22と下部舵輪軸11bの下部とは、2個の自在継手25及び26で連結されている。また、下部舵輪軸11bの中間部分には後述するウォーム歯車減速機構30が配置され、電動モータ13から下部舵輪軸11bに対して操舵補助力が供給されるように構成されている。

**【0022】**

図2は、上記した電動パワーステアリング装置10のウォーム歯車減速機構30の構成を示す部分断面図で、31はウォームホイール、32はウォームホイール31に噛合するウォーム、33はギアケースである。ウォーム32はその両端にウォーム軸32a、32bが一体に形成されており、ウォーム軸32a、32bはそれぞれギアケース33に装着された玉軸受34a、34bにより回転自在に支承されている。また、ウォーム軸32bは、電動モータ13の駆動軸13aにスライド、或いはセレーション結合している。

**【0023】**

ウォームホイール31のハブ、即ち芯金42は下部舵輪軸11bに結合し、電動モータ13の回転はウォーム32、ウォームホイール31を経て下部舵輪軸11bに伝達される。

**【0024】**

図3は、この発明の実施の形態のウォーム歯車減速機構30のウォームホイール31及びウォーム32の構成を示す斜視図で、ウォームホイール31は、金属製のハブ、即ち芯金42の外周面に、適宜クロスローレット加工を施すなどの加工を行い、その加工面に直径5～9μmの範囲のガラス纖維を10～50重量%含有するポリアミド樹脂をベース樹

脂とする樹脂組成物からなり、その外周端面にギア歯44を形成し樹脂部43を一体形成して構成されている。

#### 【0025】

一方、ウォーム32は従来のウォームと同じく金属製のものとする。このウォーム32は、必要に応じて熱処理や窒化処理等を実施して表面硬度を高め、ウォームホイール31に含まれるガラス繊維に対する耐摩耗性を向上させてもよい。また、ウォームホイール31との摺動によって発生する摺動音を考慮すると、表面粗さRaが0.02～0.2μm、より好ましくは0.02～0.06μmの範囲にすると摺動音の低減が達成できる。表面粗さRaが0.02μm未満は加工が困難でコストを高めるので実用的でない。表面粗さRa=0.02～0.06μmを達成する方法としては、研磨処理後、バレル処理を行う方法が実用的である。

#### 【0026】

ウォームホイール31の樹脂部43は、耐疲労性に優れるポリアミド6、ポリアミド6、ポリアミド46をベース樹脂とすることが好ましい。ポリアミド樹脂の分子量は、ガラス繊維含有状態で射出成形できる範囲、具体的には数平均分子量で13000～28000、より好ましくは、耐疲労性、成形性を考慮すると、数平均分子量で18000～26000の範囲である。

#### 【0027】

数平均分子量が13000未満の場合は分子量が低すぎて耐疲労性が悪く、実用性が低い。それに対して数平均分子量が28000を越える場合は、ガラス繊維の実用的な含有量15～35重量%を含ませると、溶融粘度が高くなりすぎ、樹脂歯車を精度良く射出成形で製造することが難しくなり、好ましくない。

#### 【0028】

また、これらのベース樹脂に、他のポリアミド樹脂や、ウォームとウォームホイールとの間に一般的に使用される低極性基油からなるグリース基油への濡れ性を改善する酸無水物で変性されたポリオレフィン樹脂などの樹脂を組み合わせたり、耐衝撃性を改善するエチレンプロピレン非共役ジエンゴム(EPM)等のゴム状物質を組み合わせてもよい。

#### 【0029】

これらのベース樹脂は、樹脂単独でも一定以上の耐久性を示し、ウォームホイール31の相手材である金属製のウォーム32の摩耗に対して有利に働き、減速ギアとして十分に機能する。しかしながら、より過酷な使用条件で使用されるとギア歯44が摩耗したり破損することも予想されるので、信頼性を高めるために補強材を配合することが好ましい。

#### 【0030】

補強材としては、直径が5～9μmの範囲、より好ましくは6～8μmの範囲に入るガラス繊維を使用するものとし、ベース樹脂であるポリアミド樹脂との接着性を考慮して、片端末にエポキシ基やアミノ基などを有するシランカップリング剤で表面処理するものとする。

#### 【0031】

ガラス繊維の表面に結合されたシランカップリング剤は、片端末に存在するエポキシ基やアミノ基などの官能基がポリアミド樹脂のアミド結合に作用し、ガラス繊維の補強効果を向上させると共に、吸水による寸法変化を抑制する効果もある。

#### 【0032】

つまり、ポリアミド樹脂中に同じ重量含有率でガラス繊維を含有させた場合、従来の直径10～13μmのものよりも、より細い直径5～9μmのものを使用する方が、アミド結合に作用するガラス繊維の本数が増加し、それにより、引張強度などの機械的強度、曲げ疲労強度などの耐疲労性が向上するほか、吸水による寸法変化を抑制する効果が大きくなる。

#### 【0033】

但し、直径が5μm未満のガラス繊維を使用すると、耐衝撃強度などの機械的強度が低下する傾向があると共に、製造コストが高くなつて実用性が低くなり、好ましくない。

**【0034】**

また、ガラス繊維の纖維長は、 $100\sim900\mu m$ の範囲、より好ましくは $300\sim600\mu m$ の範囲である。纖維長が $100\mu m$ 未満の場合は、短かすぎて補強効果及び吸水による寸法変化の抑制効果が少なく、好ましくない。また、纖維長が $900\mu m$ を越える場合は、補強効果及び寸法変化の抑制効果が向上するものの、樹脂部成形工程での纖維の破損や、配向性の低下による成形精度の悪化が想定されるようになり、外径部に歯形状を有する樹脂部の成形が困難になり、好ましくない。

**【0035】**

ガラス繊維の含有量は、樹脂全体の $10\sim50$ 重量%、より好ましくは $15\sim35$ 重量%である。ガラス繊維の配合比率が $10$ 重量%未満の場合には、機械的強度及び吸水による寸法変化の抑制効果が少なく、好ましくない。また、ガラス繊維の配合比率が $50$ 重量%を越える場合は、ウォーム32を損傷し易くなり、ウォーム32の摩耗が促進されて減速ギアとしての耐久性が不足する可能性があり、好ましくない。

**【0036】**

以上説明した纖維径 $5\sim9\mu m$ のガラス繊維は、吸水による寸法変化を抑制するほか、従来の纖維径 $10\sim13\mu m$ のガラス繊維に比べて、同じ配合量（重量%）で実質のガラス繊維の本数が増加する。そのため、ガラス繊維の本数が増加した分だけ荷重を受けることが可能になり、高面圧で使用しても樹脂歯部分に摩耗が発生しにくくなる。それによって、ギアのコンパクト化による高面圧使用条件にも対応が可能となる。

**【0037】**

なお、補強材としてのガラス繊維の一部を炭素繊維などの繊維状物、或いはチタン酸カリウムウイスカーなどのウイスカー状物に置き換えてよく、また着色剤などを加えてもよい。

**【0038】**

更に、添加剤として樹脂に、成形時及び使用時の熱による劣化を防止するために、ヨウ化物系熱安定剤やアミン系酸化防止剤を、それぞれ単独あるいは併用して添加することが好ましい。

**【0039】**

また、ベース樹脂であるポリアミド樹脂の吸水による寸法変化をさらに抑制するために、芯金外周部と樹脂部内周部との間に接着層を設けるとさらに効果的である。接着層を形成するには、一例として、芯金外周部にシランカップリング剤を塗布してから樹脂部を加熱圧入し、その後高周波加熱を行う方法がある。

**【0040】**

高周波加熱を行うと、強固な接着層が形成されると同時に、芯金外周部に隣接する樹脂部内周部（界面）のみが溶融し、圧入によって発生した残留応力の除去を併せて行うことでもできる。高周波加熱時の芯金部分の温度は、 $200\sim450^{\circ}C$ で行うと接着力が強固になる。加熱雰囲気は大気中でもよいが、アルゴンガス等の不活性ガス雰囲気中で行うと樹脂等の酸化劣化が抑制され、好適である。

**【0041】**

接着に使用されるシランカップリング剤は、その化学構造の一端に加水分解性基であるアルコキシ基を有しており、このアルコキシ基が加水分解して水酸基に変化し、この水酸基が金属表面の水酸基と脱水縮合を起こすことにより、金属との間で高い結合力を持つ共有結合を形成する。また、他端には有機官能基を有しており、この有機官能基がポリアミド樹脂の分子構造中のアミド結合と結合する。そして、これらの結合により芯金42と樹脂部43とが強固に結合される。

**【0042】**

なお、有機官能基としては、アミノ基、エポキシ基が好適であり、このような有機官能基を有するシランカップリング剤としては、 $\gamma$ -グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、 $\beta$ -(3、4-エポキシシクロヘキシル)エチルトリメトキシシラン、 $\gamma$ -アミノプロピルトリエトキシシラン、N- $\beta$ -(アミノエチル)- $\gamma$ -アミノプロピルトリエトキシ

シラン、γ-ウレアドプロピルトリエトキシシラン等が挙げられる。特に、有機官能基としてエポキシ基をもつものは、アミド結合との反応性が高く、より好ましい。

#### 【0043】

接着層を芯金42の外周部とより強固に結合させるためには、芯金42の外周面に表面水酸基を増やすのがよいが、このためには酸素プラズマ等による表面処理を施すと、更に好適である。

#### 【0044】

また、接着力の増加を含めて、芯金42と樹脂部43との密着性の向上と芯金42との境界部の滑り抜け防止を目的にして、芯金42の外周面には、予めショットブロストやローレット加工等を施しておいてもよく、特にローレット加工が好ましい。ローレット加工のV字状の溝の深さは0.2~0.8mm、特に0.3~0.7mmが適当である。

#### 【0045】

次に、樹脂製ウォームホイールの歯部分と金属製ウォームの歯部分との潤滑状態を良好に保つグリースについて説明する。

#### 【0046】

本発明に使用されるグリースは、増ちょう剤と基油とを主成分とし、更に高面圧下の樹脂製ウォームホイールとウォームとの潤滑を良好に維持する融点あるいは軟化点が70~130℃の範囲にあるワックスを添加した構成である。基油は、鉛油、ポリα-オレフィン油、アルキルポリフェニルエーテルから選ばれる少なくとも一つであり、増ちょう剤は、アミンとイソシアネートからなるウレア化合物、Li石けん、Liコンプレックス石けん、Ba石けん、Baコンプレックス石けん等である。これらの増ちょう剤の中で、ポリアミドに構造が類似のウレア結合を有するウレア化合物が、ポリアミド樹脂への吸着性に優れ、特に好ましい。

#### 【0047】

融点あるいは軟化点が70~130℃の範囲にあるワックスは、常温では固体で微粒子の状態で分散しており、樹脂製ウォームホイールとウォームとが摺接して温度が上昇すると、その噛合部分で高粘度の液体となる。この高粘度の液体は、温度上昇により低粘度化する基油に相溶して液体自体（基油+ワックスの相溶物）の粘度を上昇させて全体として噛合部分から液体の排出を防止すると共に、相溶しないで一部残った状態でも噛合部分に残存し、高面圧下でも良好な潤滑状態を維持する。

#### 【0048】

これらのワックスの具体例としては、モンタン酸エステルワックス、モンタン酸エステル部分けん化ワックス等のエステル系ワックス、ポリエチレンワックス等の炭化水素系ワックス、ステアロアミド、ラウリルアミド、ベヘンアミド等の脂肪酸アミド等を使用することができ、この中では上記説明した基油への相溶性が高い炭化水素系ワックスが最も好ましい。これらのワックスの添加量は、グリース組成中に3~10重量%、より好ましくは4~8重量%である。添加量が3重量%未満の場合、作動時の液体自体の相溶による粘度上昇が十分といえず、潤滑状態の改善が十分に行われず、好ましくない。添加量が10重量%を越えると、グリースのちょう度が低下すると共に、相溶時の粘度上昇が高過ぎて、ギアの作動時のトルクが上昇し、結果として作動性が悪くなり好ましくない。

#### 【0049】

また、基油には、ポリアミド樹脂への濡れ性を改善するために、ジエステル油、ポリオールエステル油、芳香族エステル油等を添加してもよい。具体的にはジエステル油としては、ジオクチルアジペート(DOA)、ジイソブチルアジペート(DIBA)、ジブチルアジペート(DBA)、ジオクチルアゼレート(DOZ)、ジブチルセバケート(DBS)、ジオクチルセバケート(DOS)等を挙げることができる。

#### 【0050】

ポリオールエステル油としては、C4~C18のアルキル鎖が誘導されたペンタエリスリトールエステル油、ジペンタエリスリトールエステル油、トリペンタエリスリトールエステル油、ネオペンチル型ジオールエステル油、トリメチロールプロパンエステル油等を挙

ができる。

**【0051】**

また、芳香族エステル油としては、トリオクチルトリメリテート（TOTM）、トリデシルトリメリテート、テトラオクチルピロメリテート等を挙げることができる。

**【0052】**

これらのエステル系基油は、それぞれ単独で、あるいは混合してグリース組成物全量に対して1～20重量%の範囲、更に好ましくは2～10重量%の範囲で添加される。添加量が1重量%未満では濡れ性の改善効果が十分に得られず、一方20重量%を越える量を添加しても濡れ性の改善に大きな効果が得られなくなると共に、エステル化合物の絶対量が増えることで、ウォームの軸方向移動を許容するゴム製のダンパーなど他の部品に膨潤等の悪影響を及ぼすことも想定される。

**【0053】**

更に、このグリースには、酸化安定剤や防錆性等を向上させるために他の添加物を加えることもできる。例えば、アミン系やフェノール系の酸化防止剤、Caスルホネート等の防錆剤、MoDTC等の極圧添加剤などである。

**【0054】**

以上、本発明に関して円筒ウォームギアであるウォームホイールを例示して説明したが、本発明はこれに限られるものではなく、種々の変更が可能である。例えば歯車形状として、図4に示す平歯車、図5に示すはすば歯車、図6に示すかさ歯車、図7に示すハイポイドギア等が可能である。

**【0055】**

次に、ウォームホイールの複数の実施例及び比較例について、耐久性、及び耐摩耗性についての試験とその評価結果を説明する。本発明は、以下説明する実施例及び比較例により何等制限されるものではない。

**【0056】**

[樹脂ギア部]

(1) 構成1

芯金：溝の深さ0.5mmのローレット加工を施した外径65mm、幅16mmのスチール鋼（材料記号S45C）

樹脂：ポリアミド6（直径6μmのガラス繊維（GF）を30重量%含有、宇部興産（株）製UBEナイロン（登録商標）、ヨウ化銅系熱安定剤含有）、直径6μmのガラス繊維とは、平均直径が概ね6μmのガラス繊維のことであり、直径で5～7μmの範囲のガラス繊維が含まれる

樹脂部成形：芯金をコアにしてインサート成形

成形時樹脂部外径形状：切削代を残したはすば形状を有し、内径64mm、外径83mm、幅15.5mm

成形後、樹脂部の歯を更に切削加工し、最終的にウォームホイール形状に仕上げた。

**【0057】**

(2) 構成2

樹脂に混合するガラス繊維（GF）として直径8μmのものを使用、その他は実施例1と同じ。ここで、直径8μmのガラス繊維とは、平均直径が概ね8μmのガラス繊維のことで、直径で7～9μmの範囲のガラス繊維が含まれる。

**【0058】**

(3) 構成3

芯金：溝の深さ0.5mmのローレット加工を施した外径65mm、幅16mmのスチール鋼（材料記号S45C）。脱脂してから、接着層形成を目的として、エポキシ基を有するシランカップリング剤であるγ-アクリルシドキシプロピルトリメトキシシラン（日本ユニカ（株）製「A-187」の10重量%メタノール溶液に浸漬後、大気中で乾燥して芯金表面にシランカップリング剤の被膜を形成した

樹脂：ポリアミド6（直径6μmのガラス繊維（GF）を30重量%含有、宇部興産（

株) 製 UBE ナイロン (登録商標) 、ヨウ化銅系熱安定剤含有)

樹脂部成形：芯金と別体に成形

成形時樹脂部外径形状：切削代を残したはすば形状を有し、内径 6.4 mm、外径 8.3 mm、幅 1.5. 5 mm

高周波融着：吸水処理を行なった樹脂部を、温度 140 °C で 20 分加熱し、樹脂部を膨張させてから芯金に圧入した。その後、芯金温度が 350 °C に上昇するまでアルゴンガス中で高周波加熱して芯金に樹脂部を融着 (接着) し、水中に入れて急冷した。その後、樹脂部に歯を切削加工し、最終的にウォームホイールに仕上げた。

### 【0059】

#### (4) 構成 4 (比較例 1)

構成 1 と殆ど同じであるが、樹脂に混合するガラス繊維 (GF) として直径 10 μm のものを使用。ここで、直径 10 μm のガラス繊維とは、平均直径が概ね 10 μm のガラス繊維のことであり、直径で 9 ~ 11 μm の範囲のガラス繊維が含まれる。

### 【0060】

#### (5) 構成 5 (比較例 2)

構成 1 と殆ど同じであるが、樹脂に混合するガラス繊維 (GF) として直径 13 μm のものを使用。ここで、直径 13 μm のガラス繊維とは、平均直径が概ね 13 μm のガラス繊維のことであり、直径で 12 ~ 14 μm の範囲のガラス繊維が含まれる。

### 【0061】

#### [グリースの調製]

図 8 は、グリースに配合する添加剤の種類と配合量を説明する図で、グリースには、ポリ α-オレフィン油 (100 °C で 8 mm<sup>2</sup> / s) を基油とし、脂肪族ジウレア化合物を増ちょう剤とするベースグリース (増ちょう剂量：13 重量%) に図 8 に示す各種添加剤 (ワックス、酸化防止剤、防錆剤) を配合して、ちょうど番号 No. 2 の、組成 A、組成 B、組成 C の 3 種類のグリースを調製した。

### 【0062】

ワックス：ポリエチレンワックス (三井化学 (株) 社製 三井ハイワックス 320P (分子量 3000、軟化点 114 °C))

酸化防止剤：4, 4'-ジオクチルジフェニルアミン (精工化学 (株) 社製ノンフレックス OD-RH)

防錆剤：中性カルシウムスルホネート ((株) 松村石油研究所製モレスコアンバー SC 45N (鉱油含有量 54%))。

### 【0063】

#### [試験装置における樹脂ギア及びグリースの組み合わせ]

試験装置には、上記した樹脂ギアの構成 1 ~ 構成 5 と、上記したグリースの組成 A、組成 B、組成 C を、以下に示す組み合わせにより設定した。

### 【0064】

- (実施例 1) 樹脂ギア：構成 1 グリース：組成 A
- (実施例 2) 樹脂ギア：構成 2 グリース：組成 A
- (実施例 3) 樹脂ギア：構成 3 グリース：組成 A
- (比較例 1) 樹脂ギア：構成 4 グリース：組成 A
- (比較例 2) 樹脂ギア：構成 5 グリース：組成 A
- (比較例 3) 樹脂ギア：構成 1 グリース：組成 B
- (比較例 4) 樹脂ギア：構成 1 グリース：組成 C
- (比較例 5) 樹脂ギア：構成 5 グリース：組成 B。

### 【0065】

#### [耐摩耗性についての試験方法と評価結果]

実際の電動パワーステアリング装置におけるウォーム (金属製) とウォームホイール (樹脂ギア) との潤滑状態をシミュレートするため、実施例 1、2 と比較例 1 ~ 5 で使用した樹脂材料と同じ材料で板状試験片を作成し、この試験片を、直径 6.35 mm の鋼製ボ

ール（S U J 2）を、120度間隔で3個配したボールオンディスク試験装置の回転する鋼製ボール（ボール頂点の接触部周速1m／秒）に接触させ、耐摩耗性を評価した。雰囲気温度80℃に設定し、試験片とボールとの間にグリース（組成A、組成B、組成C）を介在させた状態で、荷重を2kgから0.5kgづつ増加させながら、各荷重の下で8時間連續回転させて試験片の摩耗状態を観察した。摩耗試験結果を図9に示す。

#### 【0066】

図9から明らかなように、補強材として従来よりも細いガラス繊維を混入した樹脂ギアと、ワックスが規定量含有されたグリースとの組み合わせたとき、高荷重で実質高面圧で使用しても摩耗の発生が認められず、耐摩耗性が向上したことが分かる。

#### 【0067】

##### [耐久性についての試験方法と評価結果]

耐久性の試験は、上記実施例1乃至3と比較例1～5を実際の電動パワーステアリング装置に組み込みグリースを充填し（ウォームホイールの樹脂部分の外周面、及びウォームの表面にグリースを万遍なく塗布）、環境条件1では雰囲気温度を80℃、相対湿度を30%に設定し、環境条件2では雰囲気温度を80℃、相対湿度を70%に設定し、10万回の操舵を行い、ウォームホイールの摩耗量が初期値から40μm以下を合格とした。なお、摩耗量は1万回の操舵ごとに測定した。また、吸水による寸法変化により、樹脂ギアとウォームとの間の間隔が減少し、作動性（作動トルク）が20%以上増加したもの不合格とした。耐久性試験結果を図10に示す。

#### 【0068】

環境条件1では、図9に示す摩耗が発生しない最大荷重の傾向と、摩耗量が基準を越える耐久回数の傾向とがほぼ一致している。吸水寸法変化の影響が大きくなる環境条件2では、高周波融着による接着を組み合わせた実施例3のみが10万回の操舵に耐えて合格と判定され、実施例1及び2では摩耗量は基準を越えなかったが、吸水による寸法変化により作動性が悪化して不合格と判定された。

##### 【産業上の利用可能性】

#### 【0069】

電動パワーステアリング装置の歯車減速機構であって、特に従動歯車を樹脂ギアとし、駆動歯車を金属製歯車として歯打ち音や振動等の不快音の発生を抑えた歯車減速機構であり、樹脂ギアの材料および潤滑剤を規定し、耐久性に優れ、信頼性の高い電動パワーステアリング装置を構成することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

#### 【0070】

【図1】この発明の電動パワーステアリング装置の構成を説明する正面図。

【図2】図1に示す電動パワーステアリング装置のウォーム歯車減速機構の構成を説明する部分断面図。

【図3】ウォーム歯車減速機構のウォームホイールとウォームの構成を示す斜視図。

【図4】平歯車の外観を示す斜視図。

【図5】はすば歯車の外観を示す斜視図。

【図6】かさ歯車の外観を示す斜視図。

【図7】ハイポイドギアの外観を示す斜視図。

【図8】グリースに配合する添加剤の種類と配合量を説明する図。

【図9】摩耗試験結果を示す図。

【図10】耐久性試験結果を示す図。

##### 【符号の説明】

#### 【0071】

10 電動パワーステアリング装置

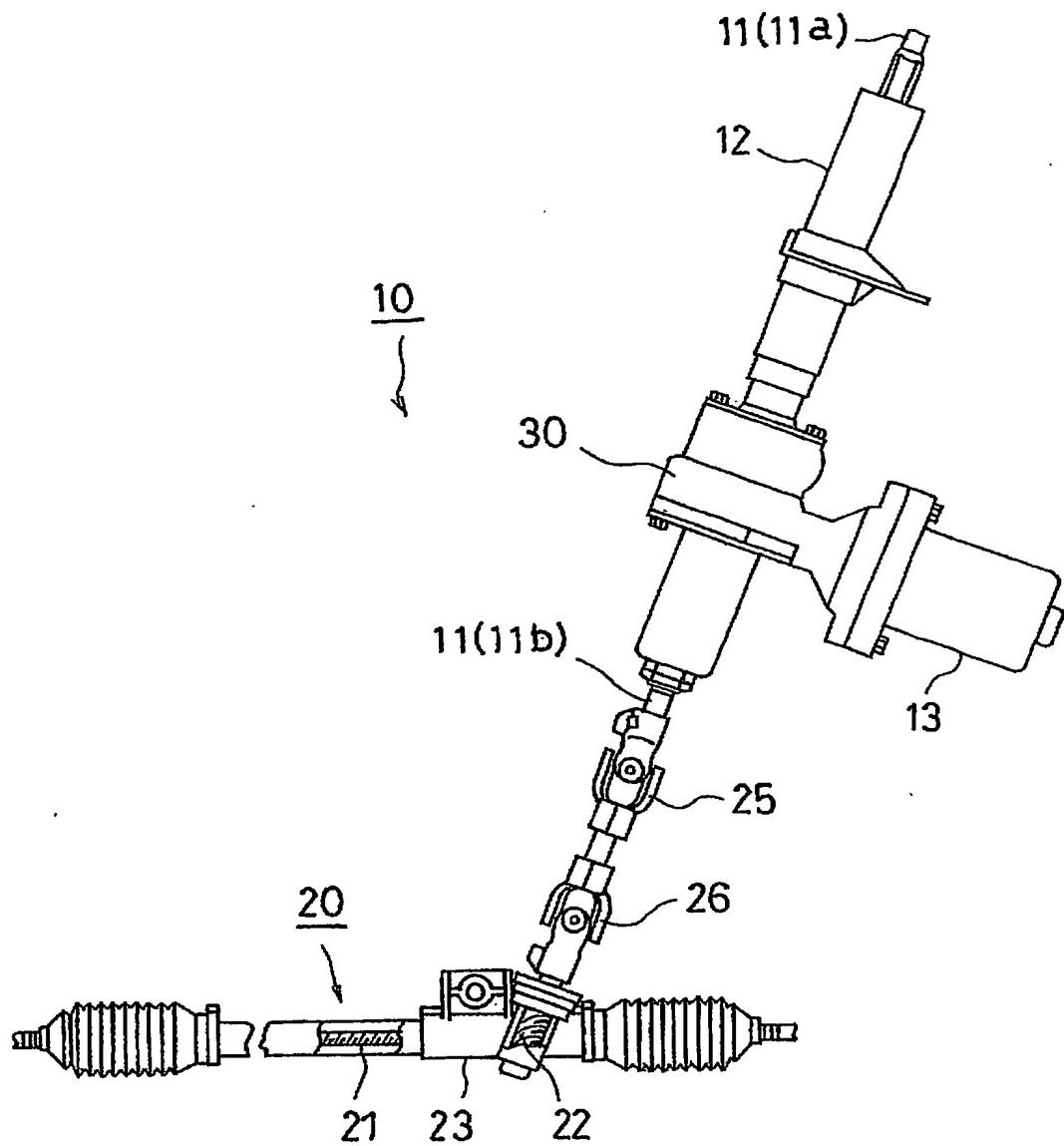
11 舵輪軸

11a 上部舵輪軸

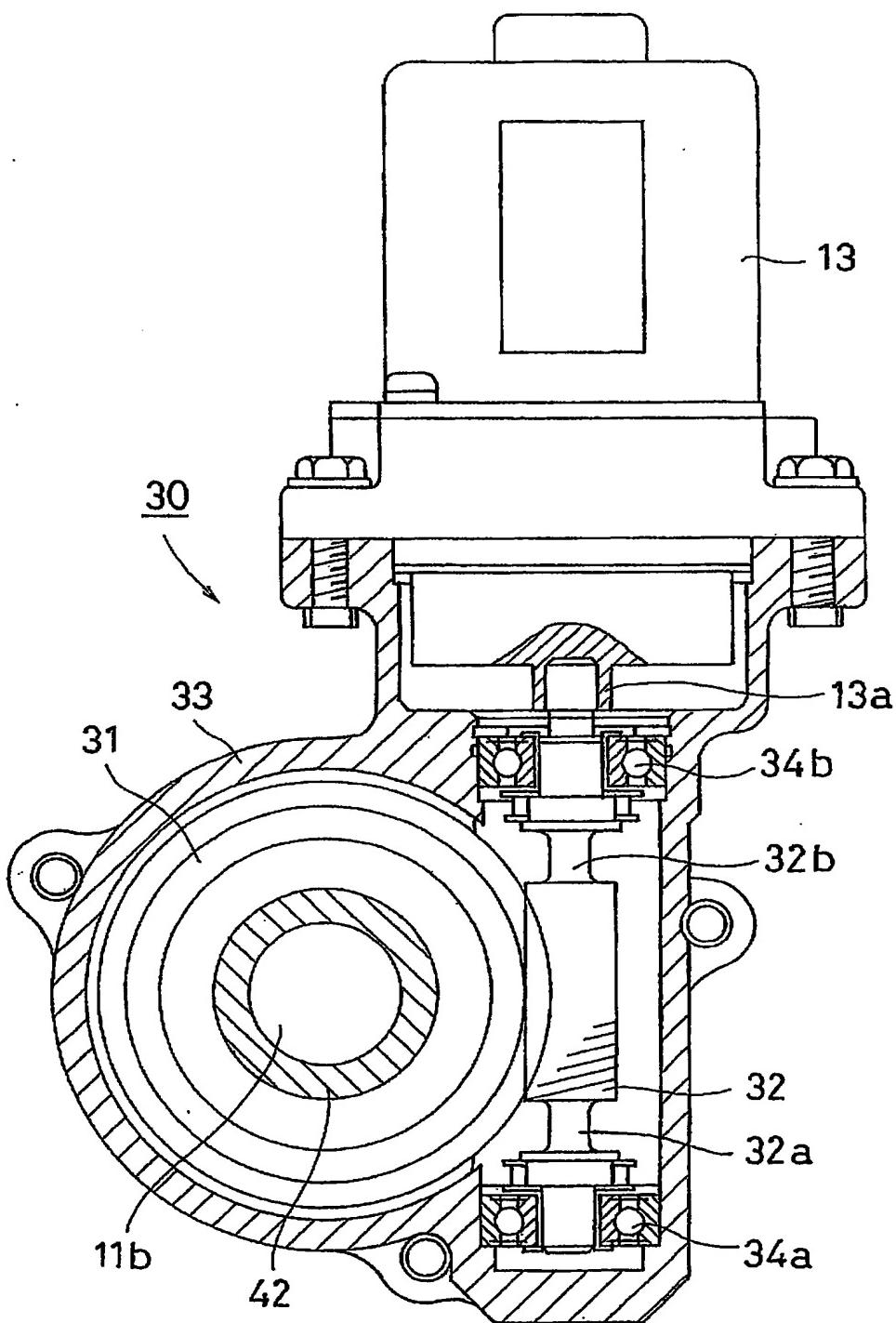
11b 下部舵輪軸

- 1 2 舵輪軸ハウジング
- 1 3 電動モータ
- 1 3 a 駆動軸
- 2 0 ラック・ピニオン式運動変換機構
- 2 1 ラック軸
- 2 2 ピニオン軸
- 2 3 ラック軸ケース
- 2 5、2 6 自在継手
- 3 0 ウォーム歯車減速機構
- 3 1 ウォームホイール
- 3 2 ウォーム
- 3 2 a、3 2 b ウォーム軸
- 3 3 ギアケース
- 3 4 a、3 4 b 玉軸受
- 4 2 芯金(ハブ)
- 4 3 樹脂部
- 4 4 ギア歯

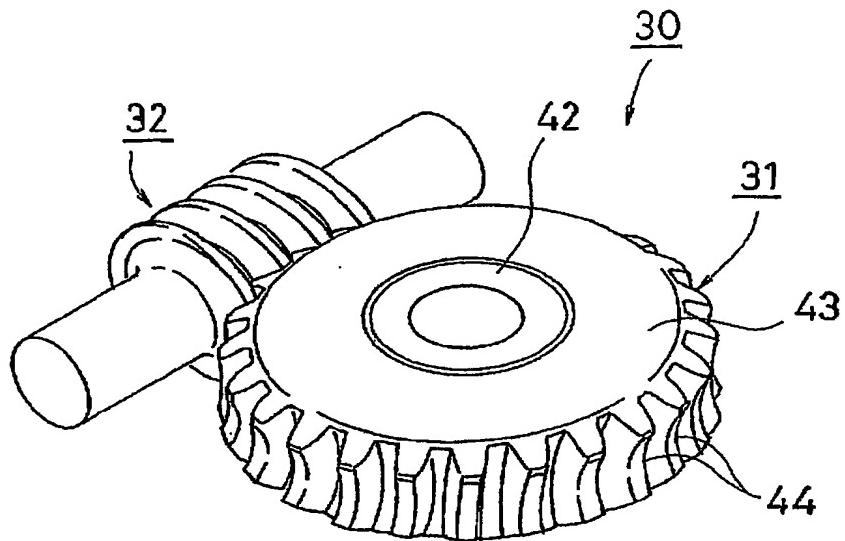
【書類名】 図面  
【図1】



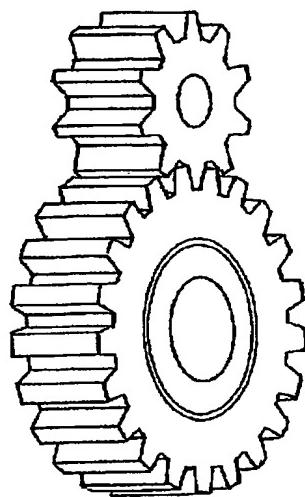
【図2】



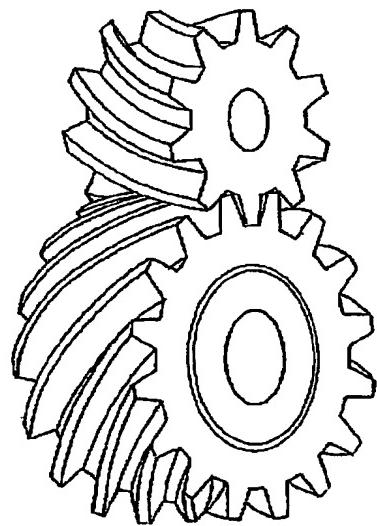
【図3】



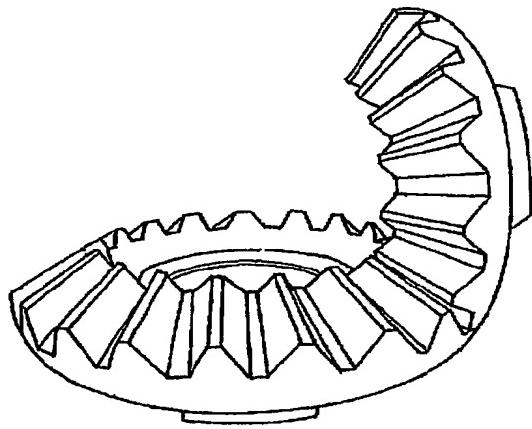
【図4】



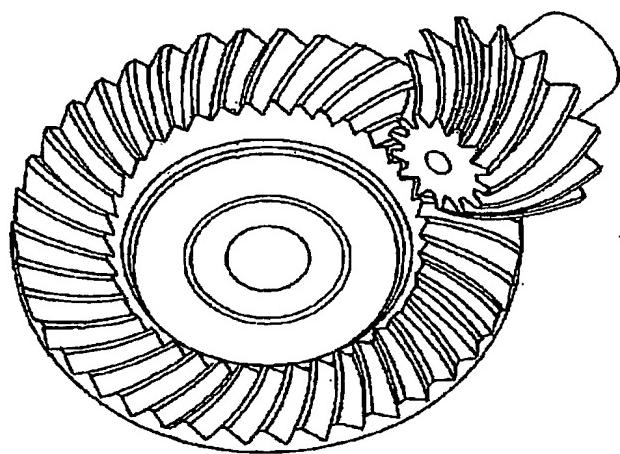
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

組成A～Cにおける添加剤のベースグリースに対する配合量(wt%)

	組成A	組成B	組成C
ワックス	6	0	2
酸化防止剤	2	2	2
防錆剤	0.5	0.5	0.5

【図9】

摩耗試験結果

	実施例1	実施例2	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5
樹脂中の GF直径 , μm	6	8	10	13	6	6	13
ワックス 含有量, wt%	6	6	6	6	0	2	0
摩耗が発生 しない最大 荷重, kg	6	6	4.5	4.0	3.0	3.5	2.5

【図10】

耐久試験結果

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	比較例 1	比較例 2	比較例 3	比較例 4	比較例 5
耐久試験結果 (条件I)	10万回クリア	10万回クリア	10万回クリア	8万回で摩耗量オーバー	7万回で摩耗量オーバー	4万回で摩耗量オーバー	5万回で摩耗量オーバー	2万回で摩耗量オーバー
耐久試験結果 (条件II)	9万回で作動性不格	8万回で作動性不格	10万回クリア	8万回で摩耗量オーバー	7万回で摩耗量オーバー	4万回で摩耗量オーバー	5万回で摩耗量オーバー	2万回で摩耗量オーバー

【書類名】要約書

【要約】

【課題】 樹脂ギアを使用した電動パワーステアリング装置の減速歯車機構において、樹脂ギア部の接触面圧  $P$  と周速度  $V$  の積である  $PV$  値が高くなつても耐摩耗性が高く、信頼性の高い減速歯車機構を提供する。

【解決手段】 金属製芯金42の外側にギア歯が形成された樹脂部43を備えたウォームホイール31とこれに噛合するウォーム32とから構成され、樹脂部は直径5~9 μmの範囲のガラス繊維を10~50重量%含有するポリアミド樹脂をベース樹脂とする樹脂組成物からなり、ギアの噛合面に充填されるグリースは、基油が鉛油、ポリα-オレフィン油、アルキルポリフェニルエーテルから選ばれる少なくとも一種を主成分とする基油とし、増ちょう剤及び融点或いは軟化点が70~130℃の範囲のワックスを3~10重量%の範囲で含む組成とした。【選択図】 図3

特願 2003-345192

出願人履歴情報

識別番号 [000004204]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住所 東京都品川区大崎1丁目6番3号  
氏名 日本精工株式会社

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM, OR SIDES
- FADED TEXT OR DRAWING
- BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- GRAY SCALE DOCUMENTS
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**  
**As rescanning documents *will not* correct images**  
**problems checked, please do not report the**  
**problems to the IFW Image Problem Mailbox**